

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH** **699 593 A1**

(51) Int. Cl.: **F01D** **5/22** (2006.01)
F01D **5/18** (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 01519/08

(71) Anmelder:
ALSTOM Technology Ltd, Brown Boveri Strasse 7
5400 Baden (CH)

(22) Anmeldedatum: 25.09.2008

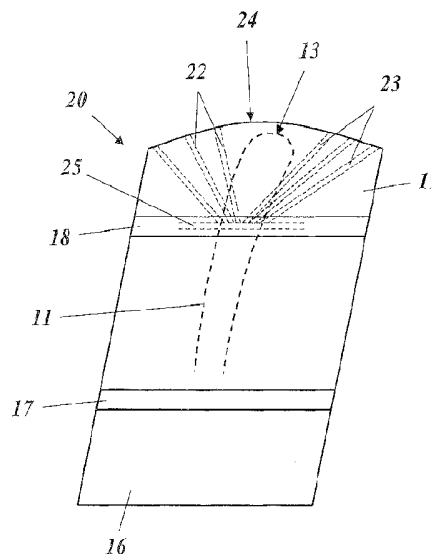
(72) Erfinder:
Thomas Wilhelm, 5408 Ennetbach (CH)
Caroline Marchmont, 5306 Tegerfelden (CH)
Sergei Riazantsev, 5608 Stetten (CH)

(43) Anmeldung veröffentlicht: 31.03.2010

(54) **SCHAUFEL FÜR EINE GASTURBINE.**

(57) Die Schaufel (20) für eine Gasturbine umfasst ein Schaufelblatt (11) mit einer Vorderkante (13) und einer Hinterkante, welches sich in Schaufellängsrichtung bis zu einer Schaufelspitze erstreckt und an der Schaufelspitze in ein Deckbandsegment (16) übergeht, wobei am Deckbandsegment (16) nach oben absteigend eine quer zur Strömungsrichtung verlaufende, in Strömungsrichtung erste Rippe (18) angeordnet ist, und stromaufwärts der ersten Rippe (18) im Bereich der Vorderkante (13) des Schaufelblattes (11) am Deckbandsegment (16) zur Lenkung des Heissgasstromes in diesem Bereich ein Winglet (19) angeformt ist.

Bei einer solchen Schaufel wird eine längere Lebensdauer dadurch erreicht, dass Mittel (22, 23) zum direkten Kühlen des Winglets (19) vorgesehen sind.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Gasturbinen. Sie betrifft eine Schaufel für eine Gasturbine gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Stand der Technik

[0002] Die am Rotor befestigten Laufschaufeln von Gasturbinen, die in der Turbine dem Heissgasstrom ausgesetzt sind, sind häufig an der Schaufelspitze mit einem Deckbandsegment ausgerüstet, welches zusammen mit den Deckbandsegmenten der anderen Schaufeln einer Schaufelreihe ein konzentrisch zur Rotorachse liegendes, ringförmiges Deckband bildet. Durch das Deckband wird einerseits die Schaufelreihe mechanisch stabilisiert. Andererseits wird der Nebenstrom des Heissgases über die Schaufelspitze reduziert und somit der aerodynamische Wirkungsgrad erhöht. Derartige Deckbandsegmente und Verfahren und Vorrichtungen zu ihrer Kühlung sind aus dem Stand der Technik wohlbekannt (siehe z.B. die EP-A2-1 041 247 oder die EP-A1 -1 591 626 oder die GB-A-2 434 842).

[0003] Einige dieser Deckbandsegmente sind mit Erweiterungen des Segmentbodens vor der ersten Rippe an der Vorderkante des Schaufelblattes ausgestattet, die als «Winglet» bezeichnet wird. Eine solche Schaufel ist in Fig. 1 ausschnittsweise wiedergegeben: Die Schaufel 10 der Fig. 1 umfasst ein sich in einer Schaufellängsrichtung (entspricht der radialen Richtung am Rotor) erstreckendes Schaufelblatt 11 mit einer Vorderkante 13 und einer Hinterkante 12. Das Schaufelblatt 11 endet in einer Schaufelspitze 14 und geht an der Schaufelspitze 14 in ein Deckbandsegment 16 über. Auf der Oberseite des flachen Deckbandsegments 16 befinden sich nach oben abstehend zwei quer zur Strömungsrichtung des Heissgasstroms 21 verlaufende Rippen 17 und 18, die zusammen mit den entsprechenden Rippen der anderen Schaufeln einer Schaufelreihe jeweils einen umlaufenden Ring bilden.

[0004] Vor der in Strömungsrichtung ersten Rippe 18 ist der Boden des Deckbandsegments 16 nach vorne (stromaufwärts) ausgedehnt, der ein im Bereich der Vorderkante 13 des Schaufelblattes 11 liegendes Winglet 19 bildet, das nach vorne zu durch eine leicht gerundete Vorderkante 24 begrenzt ist.

[0005] Das Winglet 19 ist vorgesehen, um Heissgas daran zu hindern, direkt über die erste Rippe 18 hinweg in den zwischen den beiden Rippen 17 und 18 gebildeten Hohlraum oberhalb des Deckbandes einzudringen. Da das Winglet 19 direkt in den Heissgasstrom 21 hineinragt, ist es hohen Temperaturen ausgesetzt. Hierdurch verschlechtern sich die Materialeigenschaften und es entstehen (wegen der Fehlanpassung in den Metalltemperaturen zwischen dem ungekühlten Winglet 19 und dem gekühlten Hauptvolumen des Deckbandsegments 16) hohe thermische Spannungen am Winglet 19.

[0006] Bisher wurde versucht, die Temperatur am Winglet dadurch zu verringern, dass man einen beträchtlichen Kühlluftmassenstrom im Bereich der Schaufelspitze 14 in den Heissgasstrom 21 eindüste, um so lokal die Temperatur des strömenden Mediums um das Winglet herum zu reduzieren. Diese sehr indirekte Kühlung ist jedoch nur begrenzt wirksam, schwer zu dosieren und beeinträchtigt durch den vergleichsweise grossen, injizierten Kühlluftmassenstrom den Wirkungsgrad der Anordnung.

Darstellung der Erfindung

[0007] Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen. Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine mit einem Winglet ausgerüstete Schaufel für eine Gasturbine zu schaffen, welche die Nachteile bekannter Lösungen vermeidet und sich insbesondere durch eine wirksame, hocheffiziente und den Wirkungsgrad möglichst wenig beeinträchtigende Kühlung des Winglets auszeichnet.

[0008] Die Aufgabe wird durch die Gesamtheit der Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Wesentlich für die Erfindung ist, dass Mittel zum direkten Kühlen des Winglets vorgesehen sind. Hierdurch lassen sich die thermischen Spannungen im Bereich der Vorderkante der Schaufel am Deckbandsegment reduzieren, ohne dass übermässig viel vom Kühlfluid in den Heissgasstrom ausgeblasen werden muss.

[0009] Gemäss einer Ausgestaltung der Erfindung umfassen die Mittel zum direkten Kühlen des Winglets eine Mehrzahl von im Inneren des Winglets verlaufenden Kühlbohrungen. Durch die Kühlbohrung wird eine gezielte Kühlung aller wichtigen Bereiche des Winglets bei gleichzeitig intensivem Kontakt zwischen Kühlmedium und Winglet und minimalem Einsatz von Kühlmedium ermöglicht. Insbesondere weist das Winglet eine dem Heissgasstrom zugewandte Vorderkante auf, und die Kühlbohrungen sind bis zur Vorderkante des Winglets geführt.

[0010] Eine andere Ausgestaltung der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass die Kühlbohrungen schräg zur Strömungsrichtung des Heissgasstromes angeordnet sind, wobei insbesondere die Kühlbohrungen auf beiden Seiten an der Vorderkante des Schaufelblattes vorbeigeführt sind. Hierdurch werden die thermischen Gradienten verringert, und die Bohrungen enden nicht nahe oder direkt an der Vorderkante, die mechanisch stark beansprucht ist.

[0011] Die Kühlbohrungen stehen dabei zur Versorgung mit einem Kühlmedium, insbesondere Kühlluft, vorzugsweise mit dem Innenraum des Schaufelblattes in Verbindung.

Kurze Erläuterung der Figuren

[0012] Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit der Zeichnung näher erläutert werden. Alle für das unmittelbare Verständnis der Erfindung unwesentliche Elemente sind fortgelassen worden. Gleiche Elemente sind in den verschiedenen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Es zeigen

Fig. 1 in einer perspektivischen Seitenansicht den oberen Teil einer schematisch dargestellten Gasturbinenschaufel mit Deckbandsegment und am Deckbandsegment angebrachten Winglet, wie sie Gegenstand der Erfindung ist und

Fig. 2 in der Draufsicht von oben die Anordnung der Kühlbohrungen in dem Winglet bei einer Schaufel der in Fig. 1 gezeigten Art gemäss einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Wege zur Ausführung der Erfindung

[0013] Mit der vorliegenden Erfindung wird vorgeschlagen, das Winglet an der Vorderseite eines Deckbandsegments einer Gasturbinenschaufel dadurch direkt zu kühlen, dass in dem Winglet gemäss Fig. 2 Kühlbohrungen 22, 23 verlegt werden, durch die eine Kühlmedium, insbesondere Kühlluft, strömt und das Winglet 19 effizient von innen heraus kühlt. Die schräg angeordneten Kühlbohrungen 22, 23 werden vorzugsweise über einen unter der ersten Rippe 18 angeordneten Kühlkanal 25 mit Kühlmedium versorgt, welches über den hohlen Innenraum 15 des Schaufelblattes 11 herangeführt wird. Die Vorteile einer solchen Kühlung sind:

- (a) Mit einem sehr geringen Massenstrom an Kühlmedium kann eine deutliche Reduzierung der Metalltemperatur im Winglet erreicht werden; Kühlmedium für die globale Umspülung der Schaufelspitze im Heissgasstrom kann eingespart werden, wodurch die Leistung und der Wirkungsgrad der Gasturbine verbessert werden.
- (b) Die Verringerung der Metalltemperatur erfolgt durch die Kühlbohrungen gezielt und ist aufgrund der Anordnung der Bohrungen präzise vorhersagbar.
- (c) Die Bohrungen lassen sich nachträglich - wenn nötig - in ihrer Anordnung verändern, wodurch eine erhöhte Flexibilität erreicht wird.

[0014] Grundsätzlich hat die Anordnung der Kühlbohrungen 22, 23 direkt im Winglet 19 eine Kerbwirkung in einem stark beanspruchten Bereich, so dass die Gefahr einer Rissbildung an den Bohrungen besteht. Diese Gefahr wird jedoch dadurch gemindert, dass die Kühlbohrungen 22, 23 schräg angeordnet werden. Die Kühlbohrungen reduzieren die Temperatur im Winglet 19 und verbessern so beim Winglet die Situation bzgl. «Low Cycle Fatigue», Kriechen und Oxidation. Der Vorteil der schrägen Anordnung der Kühlbohrungen anstelle einer gerade Anordnung im Winglet 19 besteht einerseits darin, dass die thermischen Gradienten aufgrund der Wärmeaufnahme durch das Kühlmedium kleiner werden. Da andererseits die Kühlbohrungen 22, 23 nicht direkt an der Vorderkante 13 der Schaufel 20, sondern beidseits davon in den Auslenkungsraum münden, wird ein negativer Einfluss auf den mechanisch stark belasteten Bereich der Vorderkante 13 vermieden.

[0015] Wie aus der Fig. 2 zu ersehen ist, sind die Kühlbohrungen 22, 23 auf beiden Seiten an der Vorderkante 13 des Schaufelblattes 11 vorbei schräg bis zur Vorderkante 24 des Winglets 19 geführt.

[0016] Durch die direkte Kühlung des Winglets ausserhalb des unmittelbaren Bereiches der Schaufel-Vorderkante 13 wird die Lebensdauer der Schaufel 20 deutlich verbessert.

Bezugszeichenliste

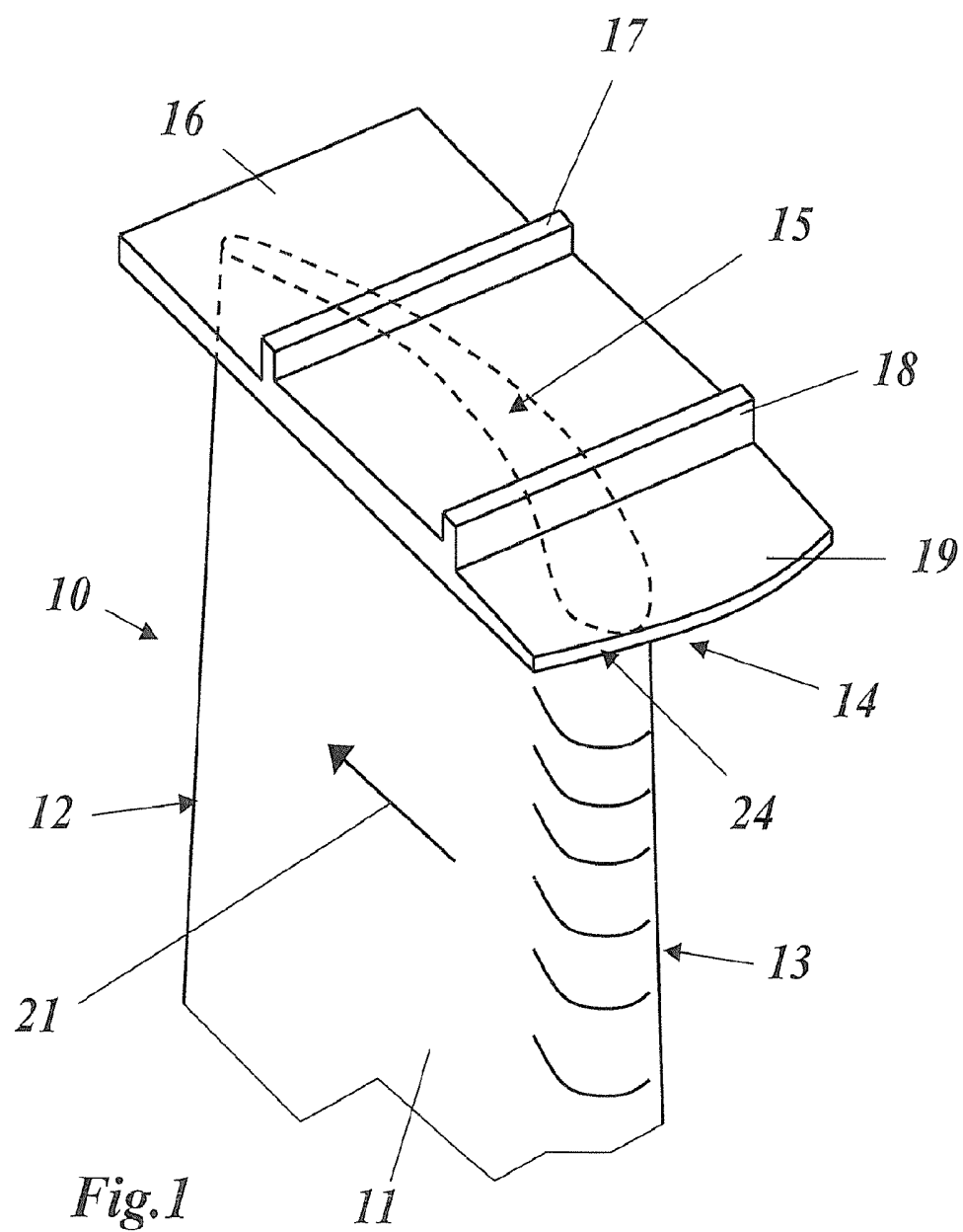
[0017]

10, 20	Schaufel (Gasturbine)
11	Schaufelblatt
12	Hinterkante
13	Vorderkante
14	Schaufelspitze
15	Innenraum
16	Deckbandsegment
17, 18	Rippe

19	Winglet
21	Heissgasstrom
22, 23	Kühlbohrung (schräg)
24	Vorderkante (Winglet)
25	Kühlkanal

Patentansprüche

1. Schaufel (20) für eine Gasturbine, umfassend ein Schaufelblatt (11) mit einer Vorderkante (13) und einer Hinterkante (12), welches sich in Schaufellängsrichtung bis zu einer Schaufelspitze (14) erstreckt und an der Schaufelspitze (14) in ein Deckbandsegment (16) übergeht, wobei am Deckbandsegment (16) nach oben abstehend eine quer zur Strömungsrichtung (21) verlaufende, in Strömungsrichtung erste Rippe (18) angeordnet ist, und stromaufwärts der ersten Rippe (18) im Bereich der Vorderkante (13) des Schaufelblattes (11) am Deckbandsegment (16) zur Lenkung des Heiss-gasstromes (21) in diesem Bereich ein Winglet (19) angeformt ist, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel (22, 23) zum direkten Kühlen des Winglets (19) vorgesehen sind.
2. Schaufel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zum direkten Kühlen des Winglets (19) eine Mehrzahl von im Inneren des Winglets (19) verlaufenden Kühlbohrungen (22, 23) umfassen.
3. Schaufel nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Winglet (19) eine dem Heissgasstrom zugewandte Vorderkante (24) aufweist, und die Kühlbohrungen (22, 23) bis zur Vorderkante (24) des Winglets (19) geführt sind.
4. Schaufel nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlbohrungen (22, 23) schräg zur Strömungsrichtung des Heissgasstromes (21) angeordnet sind.
5. Schaufel nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlbohrungen (22, 23) auf beiden Seiten an der Vorderkante (13) des Schaufelblattes (11) vorbeigeführt sind.
6. Schaufel nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlbohrungen (22, 23) zur Versorgung mit einem Kühlmedium, insbesondere Kühlluft, mit dem Innenraum (15) des Schaufelblattes (11) in Verbindung stehen.



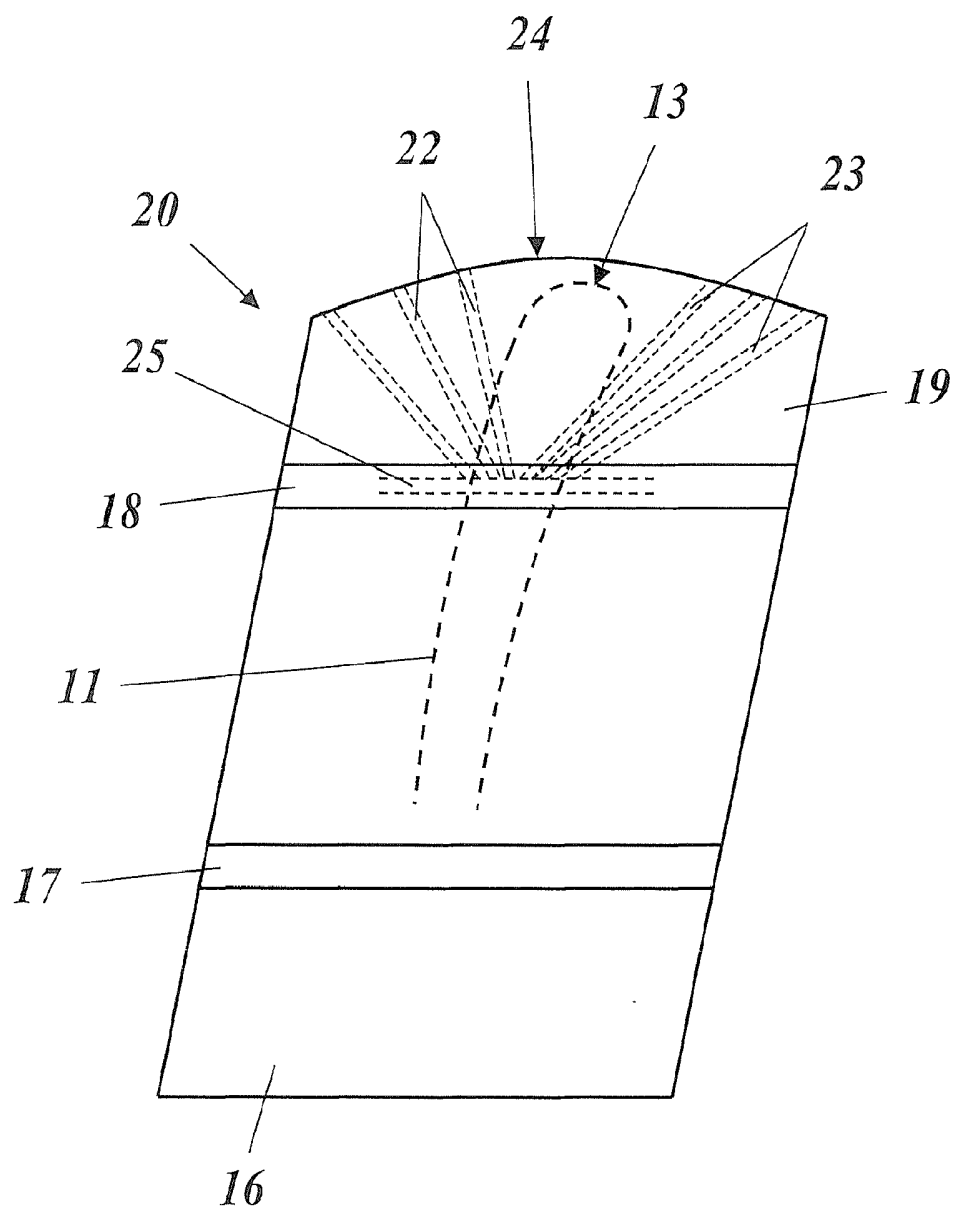


Fig.2

**VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS**

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

KENNZEICHNUNG DER NATIONALEN ANMELDUNG		AKTENZEICHEN DES ANMELDERS ODER ANWALTS	
		B08/017-0 CH	
Nationales Aktenzeichen		Anmeldedatum	
1519/2008		25-09-2008	
AnmeldeLand		Beanspruchtes Prioritätsdatum	
CH			
Anmelder (Name)			
ALSTOM Technology Ltd			
Datum des Antrags auf eine Recherche internationaler Art		Nummer, die die internationale Recherchenbehörde dem Antrag auf eine Recherche internationaler Art zugeteilt hat	
07-10-2008		SN 51073	
I. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (treffen mehrere Klassifikationssymbole zu, so sind alle anzugeben)			
Nach der internationalen Patentklassifikation (IPC) oder sowohl nach der nationalen Klassifikation als auch nach der IPC			
F01D5/18		F01D5/22	
II. RESEARCHIERTE SACHGEBIETE			
Recherchierte(r) Mindestprüfstoff			
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole		
IPC 8	F01D		
Recherchierte, nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen			
III. ☐ EINIGE ANSPRÜCHE HABEN SICH ALS NICHT RESEARCHIERBAR ERWIESEN (Bemerkungen auf Ergänzungsbogen)			
IV. ☐ MANGELNDE EINHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG (Bemerkungen auf Ergänzungsbogen)			

Formblatt PCT/SA 201 a (11/2000)

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Nr. des Antrags auf Recherche

CH 15192008

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F0105/18 F0105/22

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IFC

B. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE

Rechenrichter Mindestprüfer (Klassifikationssystem und Klassifikationssysteme)

F01D

Rechenrichtern, aber nicht zum Mindestprüfer gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die veröffentlichten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESSENTLICH ANGESEHENE VERÖFFENTLICHUNGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Bez. Anspruchs Nr.
X	GB 791 751 A (BRISTOL AERO ENGINES LTD) 12. März 1958 (1958-03-12) Seite 3, Zeilen 73-78; Abbildung 6 Seite 3, Zeilen 95-109 Seite 4, Zeilen 77-97 Seite 6, Zeilen 75-130 Seite 7, Zeilen 1-69	1-6
X	GB 2 298 246 A (BMW ROLLS ROYCE GMBH [DE]) 28. August 1996 (1996-08-28) das ganze Dokument	1-6
X	US 6 019 572 A (CUNHA FRANK J [US]) 1. Februar 2000 (2000-02-01) Spalten 4-6; Abbildung 1	1-6

-/-

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Festlegung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen

a Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

I Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Patentsanspruch zweifelhafte Ergebnisse zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchebereich gemachten Veröffentlichung belegt werden soll, oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (z.B. ausgetüschelt)

C Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Besprechung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem Anmeldedatum, aber nach dem besprochenen Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie abgegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann schon aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des tatsächlichen Abschlusses der Recherche internationaler Art

17. Dezember 2008

Abschließendes Bericht über die Recherche internationaler Art

30.12.2008

Name und Postfach des internationalen Rechercheinstituts

Europäisches Patentamt, P.O. Box 1, 8000 Patentlaan 2
1200 Brussels
Tel. (+31-70) 546-2047
Fax (+31-70) 400-3016

Benachrichtigter Beauftragter

Chatziapostolou, A

Formblatt PC/2008/01 (Rev. 2) Januar 2004

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Nr. des Antrags auf Recherche

CH 15192008

C-Fortsetzung, ALS WESSENTLICH ANGESEHENE VERÖFFENTLICHUNGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Seite, Anspruch für
X	EP 1 041 247 A (GEN ELECTRIC [US]) 4. Oktober 2000 (2000-10-04) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1-6
X	GB 2 434 842 A (ROLLS ROYCE PLC [GB]) 8. August 2007 (2007-08-08) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung; Abbildungen 3-10	1-3, 5, 6

Formblatt PCT/ISA/211 (Fortsetzung von Blatt 25, Januar 2004)

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Nr. des Antrags auf Recherche

CH 15192008

im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitgliedschaft der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 791751	A	12-03-1958	CH 335301 A 31-12-1958 FR 1118892 A 12-06-1956
GB 2298246	A	28-08-1996	DE 19601818 A1 29-08-1996
US 6019572	A	01-02-2000	DE 69908603 D1 10-07-2003 DE 69908603 T2 13-05-2004 EP 1102918 A1 30-05-2001 JP 2002522683 T 23-07-2002 WO 0008307 A1 17-02-2000
EP 1041247	A	04-10-2000	JP 2000297604 A 24-10-2000 US 2001048878 A1 06-12-2001
GB 2434842	A	08-08-2007	KEINE

Formular PCT/ISA/201 (Recherche Internationale) (Juli 2004)